

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МЕЛКОЗЕРНИСТОЙ СТРУКТУРЫ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА СВОЙСТВА ПРИ ОБРАБОТКЕ СПЛАВОВ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

Лебедева О.С.

Руководители – проф., д.т.н. Сидельников С.Б., доц., к.т.н. Лопатина Е.С.

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск,

sbs270359@yandex.ru

При изготовлении ювелирных изделий в виде цепочек из сплавов благородных металлов особое значение придается деформационным режимам обработки, так как получение проволоки достаточно малых диаметров (0,25...0,35 мм) требует наличия повышенных пластических и прочностных характеристик. Крайне важно это и при разработке новых сплавов и технологий их обработки.

В качестве объекта исследований был выбран сплав красного золота 585 пробы, один из химических составов которого был запатентован (патент РФ № 2391425). При этом, на основе анализа двойных диаграмм состояния различных элементов, входящих в состав сплава, для получения мелкозернистой структуры металла в качестве присадочного модифицирующего материала был предложен эвтектический сплав медь – рутений с содержанием рутения 3,7...3,9 % (по массе). Так как процесс модифицирования требует введения сотых и тысячных долей процента содержания металла-модификатора от массы модифицируемого материала, заметного удорожания продукции за счет увеличения содержания нового компонента сплава не будет. Установление конкретных значений характеристик технологического процесса модифицирования и обработки потребовало соответствующих экспериментов, которые были проведены в лаборатории ювелирных технологий института цветных металлов и материаловедения Сибирского федерального университета и в производственных условиях Красноярского завода цветных металлов.

Технологическая схема производства проволоки включала такие основные переделы, как непрерывное литье прутка, его деформацию методами сортовой прокатки и волочения с применением промежуточных отжигов для снятия наклепа при холодной обработке.

Металлографические исследования микроструктуры непрерывно-литых прутков диаметром 10 мм, из сплавов 1, 2, 3 отличающихся содержанием меди, серебра и цинка, проводили на микроскопе AXIO OBSERVER.D1m. Результаты исследований представлены на рис. 1. Микроструктура слитка из сплава 1 характеризуется дендритным строением (рис. 1,а). Дендритные ячейки имеют небольшие, практически одинаковые размеры по всему сечению слитка. В сплавах 2 и 3, где содержание меди и серебра было увеличено, наблюдается более дисперсное строение дендритных ячеек по всему сечению слитка, так как в

данных сплавов рутений усвоился лучше, что обеспечило большее количество центров кристаллизации и более мелкое строение слитков.

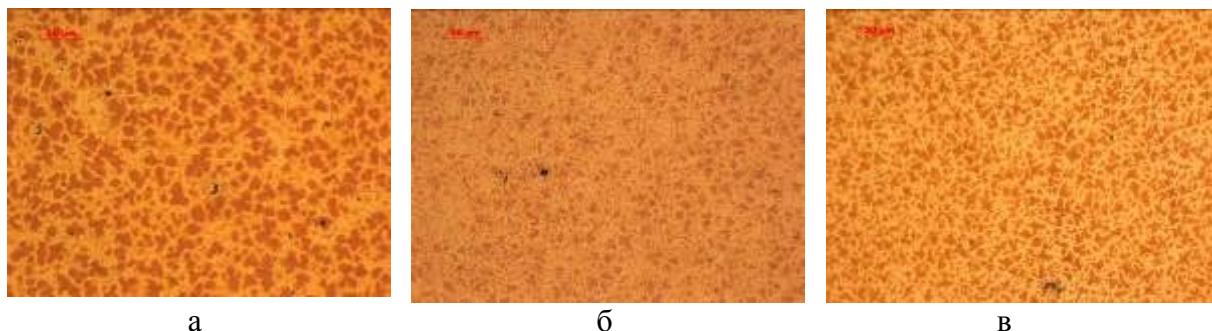


Рисунок 1. Микроструктура непрерывнолитых прутков красного золота, модифицированных рутением: а – сплав 1, б – сплав 2, в – сплав 3

Таким образом, рутений обеспечивает получение благоприятной структуры сплавов, то есть является эффективным модификатором для сплавов на основе золота. Кроме того, в зависимости от степени усвоения рутения в сплавах, можно регулировать дисперсность получаемой структуры. Проведенное металлографическое исследование показало также, что введение рутения в сплав, дающее эффект модифицирования, принципиально изменяет размер и форму дендритных ячеек и его введение благоприятно отражается на свойствах получаемых полуфабрикатов. В табл. 1 приведены характеристики прочностных и пластических свойств экспериментальных сплавов, при этом определялись временное сопротивление разрыву (предел прочности) σ_b и относительное удлинение δ при разрушении образцов литых и деформированных полуфабрикатов.

Таблица 1. Механические свойства образцов сплавов на основе золота

Состояние образца	σ_b , МПа	δ , %
сплав 1		
литое	302,22	9,17
деформированное, 18 %	715,79	7,14
деформированное, 76 %	1212,35	2,63
сплав 2		
литое	446,84	21,43
деформированное, 18 %	828,27	7,14
деформированное, 76 %	1189,23	0,81
сплав 3		
литое	494,71	14,29
деформированное, 18 %	759,78	6,67
деформированное, 76 %	1227,71	2,00

В деформированных полуфабрикатах, полученных из слитков с добавлением рутения, наблюдается однородное волокнистое строение практически не зависящее от участка отбора образцов (рис. 2). В то же время по длине изделия, в отличие от заводского сплава, значительного различия в структуре и свойствах не наблюдается. Дальнейший отжиг приводит к формированию рекристаллизованной структуры на полуфабрикатах, полученных сортовой прокаткой (поперечное сечение 4×4 мм, 1×1 мм) и волочением (диаметр 0,25 мм). Структура отожженных образцов однородна по всей длине, независимо от места отбора образцов. В немодифицированных образцах тех же размеров, отжиг приводит к процессам собирательной рекристаллизации, что не наблюдается в образцах из материала, модифицированного рутением. Рекристаллизованные зерна имеют одинаковый средний размер, который составил для образцов размером 4×4 – 19,3 мкм, размером 1×1 – 15,6 мкм, диаметром 0,25 мм – 6,6 мкм, что характеризует более мелкозернистое строение модифицированного рутением сплава по сравнению с немодифицированным. Установлено также, что прочностные и пластические свойства отожженных образцов (поперечное сечение 4×4 мм, 1×1 мм) выше, чем у аналогичных образцов без добавления модификатора.

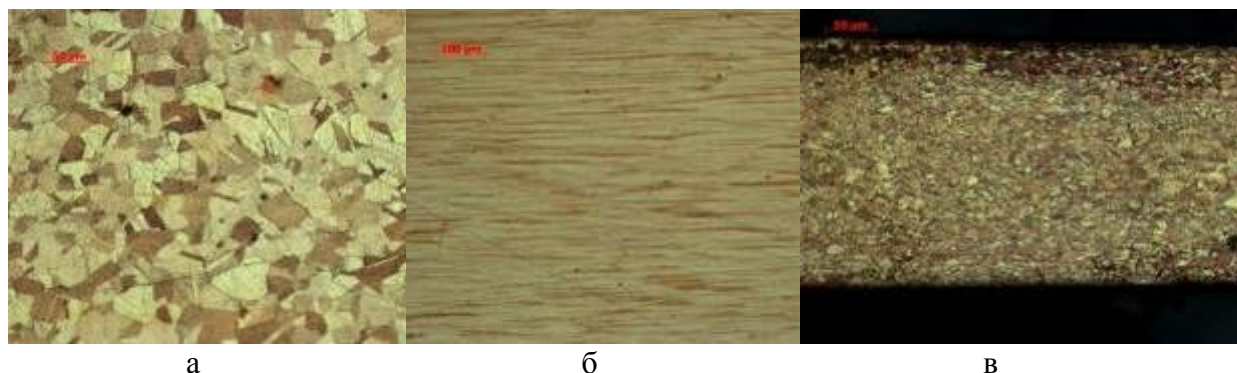


Рисунок 2. Микроструктура деформированных полуфабрикатов из сплава красного золота, модифицированного Ru: а – пруток 4×4 мм, б – пруток 1×1 мм, в – проволока диаметром 0,25 мм

Таким образом, проведенные опытно-промышленные исследования показали, что модифицирование известных сплавов на основе золота рутением позволяет получить устойчивую мелкозернистую структуру, однородную, как по сечению, так и по длине литых и деформированных полуфабрикатов, при этом разброс механических свойств незначителен, а их уровень соответствует требованиям стандартов.